

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186628

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

A

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平8-340687

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 12月20日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 渡▲辺▼ 晋生

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

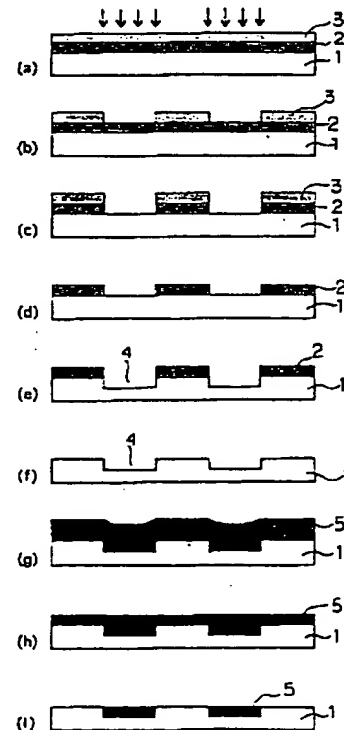
BEST AVAILABLE COPY

(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 遮光膜であるクロム膜厚をフォトマスク基板上において平坦にして、膜厚を均一にしないと遮光膜の透過率を均一にすることができず、コントラストが悪くなる。

【解決手段】 透明基板 1 の一部を選択的にエッチングし、溝 4 を形成する。次に、該溝 4 が形成された透明基板 1 全面に遮光膜 5 を形成する。次に、該遮光膜 5 表面が平坦になるまで、CMP法により遮光膜 5 を研磨する。次に、透明基板 1 表面が露出するまでエッチバックすることにより、溝 4 内部にのみ遮光膜 5 を残す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と該透明基板上に形成された遮光膜からなるパターンとを有するフォトマスクの製造方法において、

上記透明基板の一部を選択的にエッチングし、溝を形成する工程と、

該溝が形成された透明基板全面に遮光膜を堆積する工程と、

該遮光膜表面が平坦になるまで、該遮光膜を研磨する工程と、

上記透明基板表面が露出するまでエッチバックすることにより、上記溝内部にのみ遮光膜を残す工程とを有することを特徴とする、フォトマスクの製造方法。

【請求項2】 上記遮光膜の代わりに半透明膜を用いたことを特徴とする、請求項1記載のフォトマスクの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトマスクの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、フォトマスクに使用される透明基板材料は主に石英が用いられており、遮光膜材料は主に、クロムが用いられている。クロム膜厚は約110nmであり、真空蒸着やスパッタリング法により形成されている。遮光膜のエッチングには、ウェットエッチング法とドライエッチング法とがある。

【0003】 ウェットエッチング法には、浸漬法とスプレー法があるが、両者ともにアンダーカットが0.1μm以上であり、更にクロムパターン線幅がレジストパターン線幅より細くなってしまう現象がおこる。また、このアンダーカットのために、クロムパターンエッジ部において、異物が付着し、残留しやすくなる。

【0004】 最近では、プラズマ、スパッタ等のドライエッチング法が用いられるようになってきている。ドライエッチング法は、0.05μm以下のアンダーカットでおさえられ、且つ、レジスト像通りのパターンが形成されるという特徴があり、ウェットエッチング法に比べて優れている。このようにして作製されたフォトマスクは様々な方法を用いて洗浄される。

【0005】 この洗浄は、化学的洗浄（酸、アルカリ、界面活性剤等）と物理的洗浄（スクラビング、シャワー、超音波等）に分類されるが、洗浄度に応じて両者を併用している。化学的洗浄は異物或いは洗浄体自体に対する化学反応力を利用して洗浄するものである。しかし、長時間の薬液浸漬により遮光膜が腐食する危険があり、多用することはできない。また、物理的洗浄はフォトマスク表面に与える物理的エネルギー（圧力、摩擦力、超音波等）を利用して洗浄を行うものである。

【0006】 しかし、物理的洗浄では、物理的エネルギー

の増加、長時間の洗浄により、フォトマスク内において、透明基板材料と遮光膜材料の接着強度の弱い部分で、ひび、割れ等の欠陥を生じさせる。

【0007】 この問題を解決する技術が、特開平4-324445号公報に開示されている。以下、図3及び図4を用いて、この技術を説明する。

【0008】 まず、第1の従来技術を図3を用いて説明する。まず、図3(a)に示すように、ガラス基板11上にフォトレジスト膜12を膜厚1μmに塗布し、電子線露光装置を用いてパターンニングする。次に、図3

(b)に示すように、フォトレジスト膜12をマスクとしてドライエッチング法によりガラス基板11を深さ約0.1μmエッチングし、溝13を形成する。

【0009】 次に、図3(c)に示すように、全面にクロム膜14をスパッタ法等により0.15μmの厚さに被着する。次に、図3(d)に示すように、ガラス基板11上からフォトレジスト膜12を剥離すると同時に余分なクロム膜14を除去する。更に、クロム膜14をエッチングして、クロム膜14の表面とガラス基板11表面の高さをほぼ一致させることにより、段差のないマスクが完成する。

【0010】 次に、第2の従来技術を図4を用いて説明する。まず、図4(a)に示すように、ガラス基板11上にフォトレジスト膜12を膜厚1μmに塗布し、電子線露光装置を用いてパターンニングする。次に、フォトレジスト膜12をマスクとしてドライエッチング法によりガラス基板11を深さ約0.1μmエッチングし、溝13を形成する。

【0011】 次に、図4(b)に示すように、フォトレジスト膜12を剥離した後、全面にクロム膜14をスパッタ法等により0.15μmの厚さに被着する。次に、図4(c)に示すように、クロム膜14上にシリカ膜15を塗布法で形成し、表面を滑らかにする。次に、ガラス基板11の上部表面が完全に露出するまで、シリカ膜15とクロム膜14のエッチバックを行うことにより、クロム膜14のパターンを有する、段差のないマスクが完成する。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述の従来技術では、基板表面を完全な平坦にすることはできない。即ち、第1の従来技術では、クロム膜の被着時にスパッタ法を用いる場合、たて方向は被着しやすく横方向は被着しにくいために、クロム膜パターンの中心部ではクロム膜厚が大きくなる。

【0013】 また、第2の従来技術でのシリカ膜の塗布等による平坦化は、ある程度の平坦化はできるが、下地の凹部の影響を受けて、溝中央部付近のクロム膜厚が薄くなる。これをエッチバックすると全体が一様にエッチングされることにより、図5に示すように、クロム膜パターンの中心部が周辺部に比べて薄くなる。尚、図5は

図4(e)の一部拡大図である。

【0014】従って、フォトマスク基板表面上において、遮光膜の透過率を均一にすることができない。

【0015】また、各露光波長における透過率のクロム膜厚依存性を示す図2に示すように、遮光膜であるクロムの膜厚変化に伴い透過率が変化する。特に、クロム膜厚が100nm以下においては、透過率の変化が著しい。例えば、KrFエキシマ光を露光光源として用いる場合においては、クロム膜厚が60～70nmの範囲で使用するため、遮光膜であるクロム膜厚をフォトマスク基板上において平坦にして、膜厚を均一にしないと遮光膜の透過率を均一にすることができず、コントラストが悪くなる。

【0016】また、遮光膜の代わりに半透明膜を用いたハーフトーンマスクの場合、半透明膜のばらつきが透過率だけでなく位相差にも影響する。尚、ハーフトーン膜(半透明膜)の位相を180度反転する膜厚dは以下の式(1)により決定される。

【0017】 $d = \lambda / 2 (n - 1) \dots (1)$

但し、 $\lambda$ =露光波長(KrFエキシマの場合は248nm)、 $n$ =屈折率(MoSiの場合は2)である。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のフォトマスクの製造方法は、透明基板と該透明基板上に形成された遮光膜からなるパターンとを有するフォトマスクの製造方法において、上記透明基板の一部を選択的にエッチングし、溝を形成する工程と、該溝が形成された透明基板全面に遮光膜を堆積する工程と、該遮光膜表面が平坦になるまで、該遮光膜を研磨する工程と、上記透明基板表面が露出するまでエッチバックすることにより、上記溝内部にのみ遮光膜を残す工程とを有することを特徴とするものである。

【0019】また、請求項2記載のフォトマスクの製造方法は、上記遮光膜の代わりに半透明膜を用いたことを特徴とする、請求項1記載のフォトマスクの製造方法である。

【0020】上記構成により、フォトマスク表面を平坦化することができ、遮光膜及び半透明膜パターンエッジ部での異物残留を無くし、欠陥の発生率を小さく、且つ、異物除去能力の向上を飛躍的に簡単にすることができる。また、CMPを用いて遮光部の膜厚を均一にすることにより、遮光膜及び半透明膜の透過率を均一にし、ハーフトーンマスクの場合は位相差も均一にすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、一実施の形態に基づいて、本発明を詳細に説明します。

【0022】図1は本発明の一実施の形態のフォトマスクの製造工程である。図1において、1は透明基板、2はクロム膜、3はEBレジスト、4は溝、5は遮光膜を

示す。

【0023】以下、図1を用いて、本発明の一の実施の形態のフォトマスクの製造工程を説明する。

【0024】まず、透明基板1上にスパッタ、真空蒸着等によりクロム膜2を60～70nm成膜し、続いてEBレジスト膜3を約300～350nm塗布する(図1(a))。尚、クロム膜2としては、透明基板1のエッチングの際、十分に選択比を得られるものでなければならない。また、EBレジスト膜3としては、クロム膜2のエッチングの際、エッチング耐性の優れたものでなければならない。描画工程において、透過領域は未描画、遮光領域は完全にEBレジスト膜3を除去し得る必要電荷量に設定し、電子ビームを照射する。

【0025】EBレジスト膜3にはネガ形とポジ形とがあり、図1に示すものは、ポジ形EBレジストを使った場合であって、電子ビームの当たらなかった部分が次の現像工程でレジストパターンとして残り、電子ビームの当たった部分は現像液に溶解し、クロム膜2が部分的に露出される(図1(b))。

【0026】現像した後、露出したクロム膜2のドライエッチングを行う。EBレジスト膜3はエッチングに対する保護膜として働き、レジストに覆われていない部分のクロム膜2のみが除去され、透明基板1が部分的に露出する(図1(c))。クロム膜2のドライエッチングガスとして、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ と $\text{O}_2$ を用いた場合、EBレジスト膜3のドライエッチング耐性は十分である。また、ウェットエッチングを用いた場合、アンダーカットが0.1 $\mu\text{m}$ 以上と大きく、次の透明基板1のエッチングの時に、高精度のパターニングができないため好ましくない。

【0027】次に、クロム膜2をエッチングした後、EBレジスト膜3の全面除去を行う(図1(d))。レジスト剥離には、アセトン、硫酸過水等の薬液を用いる。この場合、薬液に対する透明基板1とクロム膜2の耐性は十分でなければならない。

【0028】次に、EBレジスト膜3を除去した後、クロム膜2をマスクに透明基板1をドライエッチングする。このときこの場合、レジストをマスクとして透明基板1をエッチングする場合、ドライエッチング耐性が不十分であるため、十分な遮光膜の寸法精度が得られない問題を有する。このため、クロム膜2をエッチングに対する保護膜として用いることによって、クロム膜2に覆われていない部分の透明基板1の表面が除去される(図1(e))。

【0029】透明基板1に石英を用い、ドライエッチングガスとして、 $\text{CF}_4$ と $\text{O}_2$ を用いた場合、クロム膜2のドライエッチング耐性は十分である。また、透明基板1のエッチング深さは、遮光膜5にクロムを用いた場合、60nm以上必要である。クロムの場合、膜厚60nm以上でKrFエキシマ光の透過率が0.5%以下で

あり、遮光性を有することができるからである。また、エッチング深さはエッチング時間により制御できる。透明基板1をエッチングした後、クロム膜2の全面除去をエツトエッチングで行う(図1(f))。

【0030】透明基板1に石英を用い、エッチャントに硝酸第2セリウムアンモニウムを使用した場合、透明基板1との選択性は十分であり、透明基板1の劣化は全く生じない。クロム膜2を除去した後、遮光膜5の成膜を行う(図1(g))。

【0031】遮光膜5にクロムを用い、透明基板1に石英を用い、スパッタリング法で、遮光膜5の成膜を行った場合、透明基板1への密着性は十分に得られなければならない。また、その場合、石英基板へのクロムの埋め込み量は遮光性が十分に得られるように少なくとも60~70nm以上必要とする。例えば、溝の深さが60~70nmの場合、遮光膜5の成膜(150nm)を行った後、遮光膜5の平坦化を行う(図1(h))。遮光膜5にクロムを用い、透明基板1に石英を用い、化学的機械研磨(CMP: chemical mechanical polishing)法により遮光膜表面の平坦化を行うことによって、クロムの厚さを110~120nm程度とする。遮光性の得られるクロム膜厚は60nmであるが、CMP法によるスクラッチ発生防止のために、50nm以上の予備膜厚が必要だからである。遮光膜5の平坦化を行った後、ドライエッチングによる遮光膜5の膜厚調整を行う(50nmエッチングし、最終的な膜厚を60~70nmとする。)(図1(i))。

【0032】遮光膜5にクロムを用い、透明基板1に石英を用い、ドライエッチングガスに $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ と $\text{O}_2$ とを用いた場合、クロムの方が石英よりもエッチングレートが大きいので、クロムエッチング量の調整を行わなければならない。クロムエッチング量の制御は圧力33.2Pa、低RFパワーを50W程度、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ の流量を25SCCM、 $\text{O}_2$ の流量を75SCCMとしエッチング時間の調整にて行う。この条件で、エッチングを行うことにより、石英のエッチングレートをクロムのエッチングレートに比べて1/20以下に抑えることができ、事実上石英のエッチング量を無視できる。

【0033】以上の工程により、フォトマスクの透明基板内に遮光膜パターンを埋め込み、洗浄による遮光膜パターンのダメージを低減し、その結果としてフォトマスクを安定して製造することができ、且つ、フォトマスク表面上を平坦化することにより遮光膜パターンエッジ部での異物残留を無くし、微小異物の除去を簡単にすることができるフォトマスクを安定して製造することができる。

【0034】本実施例では、遮光膜にクロム膜を用いた場合について説明したが、遮光膜の代わりに半透明膜を用いたハーフトーンマスクの場合も同様の製造工程でできる。半透明(ハーフトーン)膜として、 $\text{MoSiON}$ 、 $\text{CrON}$ 等の酸化窒化膜が使用可能であり、例えば、光源として、i線を用いる場合、必要な透過率6~8%程度で且つ位相シフト効果を得るためには、165nmの厚さが必要となるので、透明基板に形成する溝の深さも165nm程度必要となる。また、光源として、KrFエキシマレーザを用いる場合、必要な透過率5%程度で且つ位相シフト効果を得るためには110nmの厚さが必要となるので、溝の深さも110nm必要となる。

【0035】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明を用いることにより、マスクの透明基板内に遮光膜パターンを埋め込み、且つ、マスク表面上を平坦化することにより、洗浄による遮光膜パターンのダメージを低減することができる。また、遮光膜及び半透明膜パターンエッジ部での異物残留を無くし、欠陥発生率を小さくし、且つ、異物の除去を簡単にすることができ、現状でフォトマスク製造工程の半分を占める洗浄・線差工程数を少なくし、量産性を飛躍的に向上させることができる。また、遮光膜及び半透明膜の膜厚が均一であるので透過率を均一にすることができるので、透過率のばらつきによるコントラストの変動を飛躍的に小さくさせることができる。更に、半透明膜を用いたハーフトーンマスクの場合には、位相差ばらつきを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一の実施の形態のフォトマスクの製造工程図である。

【図2】第1の従来のフォトマスクの製造工程図である。

【図3】第2の従来のフォトマスクの製造工程図である。

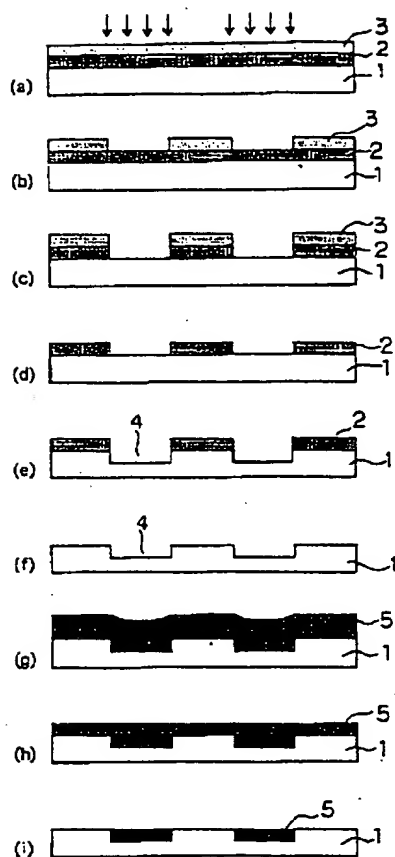
【図4】各露光波長における透過率のクロム膜厚依存性を示す図である。

【図5】図4(d)の一部拡大図である。

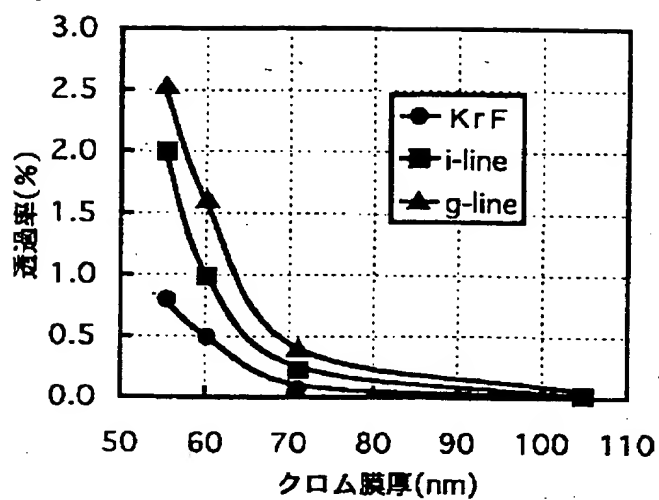
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 クロム膜
- 3 EBレジスト
- 4 溝
- 5 遮光膜

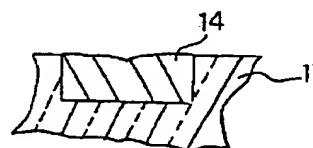
【図1】



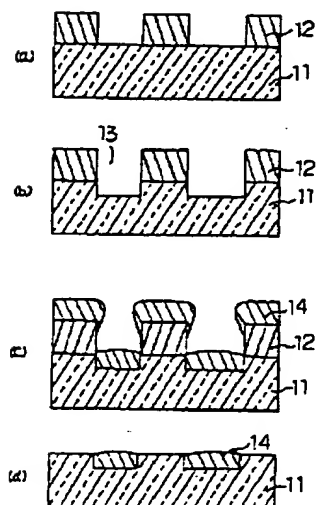
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

